

УДК 621

**СРАВНЕНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КРЫЛЬЧАТОК
ВЕНТИЛЯТОРА ДО И ПОСЛЕ ЕГО МОДЕРНИЗАЦИИ**

Лукьянов О. Е., Хоробрых М. А., Куркин Е. И.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика
С. П. Королёва (национальный исследовательский университет), г. Самара

Вентиляторы широко используются для перемещения газов в пространстве. Они нашли применение в системах принудительной приточно-вытяжной и местной вентиляции объёмов воздуха, в системах обдува нагревательных и охлаждающих элементов в устройствах обогрева и кондиционирования воздуха, а также системах обдува радиаторов охлаждения различных устройств. Вентиляторы являются элементами сложных воздушных систем, которые в силу физических особенностей обладают гидравлическими потерями, что снижает КПД этих систем. Это условие всегда ставит перед разработчиками вентиляторов первоочередную задачу повышения технических и экономических характеристик этих устройств. Вентилятор как устройство, создающее перепад давления для передвижения масс воздуха или газов в пространстве, является источником шума. Поэтому особое внимание следует уделять мероприятиям по совершенствованию формы крыльчаток вентилятора с целью удовлетворения экологическим нормам по уровню шума.

Целью исследования является сопоставление гидравлических характеристики крыльчаток двух вентиляторов: вентилятора с крыльчаткой исходного геометрического исполнения и вентилятора с модернизированной крыльчаткой.

Исследуются гидравлические характеристики вентилятора исходной геометрии и вентилятора, оснащённого модернизированной крыльчаткой. Вентилятор исходного исполнения оснащён крыльчаткой, которая состоит из шести лопаток. Лопатки прямоугольной формы в плане имеют по длине постоянный угол установки, в сечении имеют симметричный профиль постоянной относительной толщины с нулевой относительной кривизной (рис. 1а).

Модернизированная крыльчатка оснащена шестью «саблеобразными» лопатками сложной формы в плане. Лопаткам придана геометрическая и аэродинамическая кривизны. Серединная поверхность лопаток загнута назад. Передняя кромка лопатки имеет переменную стреловидность (от ноля в комле до отрицательного значения на законцовке), а задняя кромка оснащена «шевронами» для снижения уровня шума. Профиль лопатки имеет значительную кривизну и переменную относительную толщину по длине лопасти (рис. 1б).

Обе крыльчатки вентилятора насаживаются на вал электродвигателя и помещаются в воздушный канал. Зазор между законцовкой лопатки и стенкой канала составляет 0,75 мм. Диаметр крыльчаток обоих вентиляторов составляет порядка 200 мм; длина канала 500 мм. Согласно техническому заданию крыльчатки вентиляторов эксплуатируются в широком диапазоне частот вращения: от 10 000 до 16 000 оборотов в минуту.

Исследование гидравлических характеристик крыльчаток проведено с помощью метода конечных объёмов, реализованного в пакете STAR CCM+. Данный программный пакет базируется на решении уравнений Навье-Стокса, осреднённых по Рейнольдсу. При моделировании данного гидравлического процесса использовалась модель турбулентности SST, параметры газа приняты согласно стандартным параметрам воздуха стандартной атмосферы. Моделирование вращающейся крыльчатки было произведено с помощью разделения расчетной области на три части,

представленные на рисунке 2. На входе в область входного устройства было задано граничное условие стагнации потока (условие равенства нулю полного давления), на выходе из области выходного устройства – давление на выходе. Области с крыльчаткой присвоено граничное условия вращения с определённой угловой скоростью. Поверхность крыльчатки при этом неподвижна в системе координат, связанной с вращающейся областью сетки, а стенка канала, расположенная вокруг крыльчатки, – неподвижна в абсолютной системе координат.

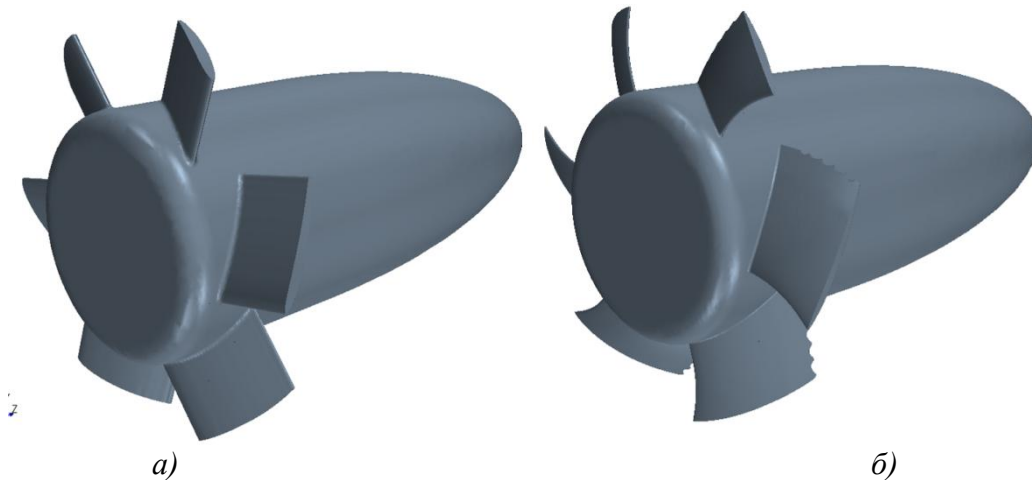


Рис. 1. Трёхмерная геометрическая модель крыльчатки с обтекателем электродвигателя:
а) исходная, б) модернизированная

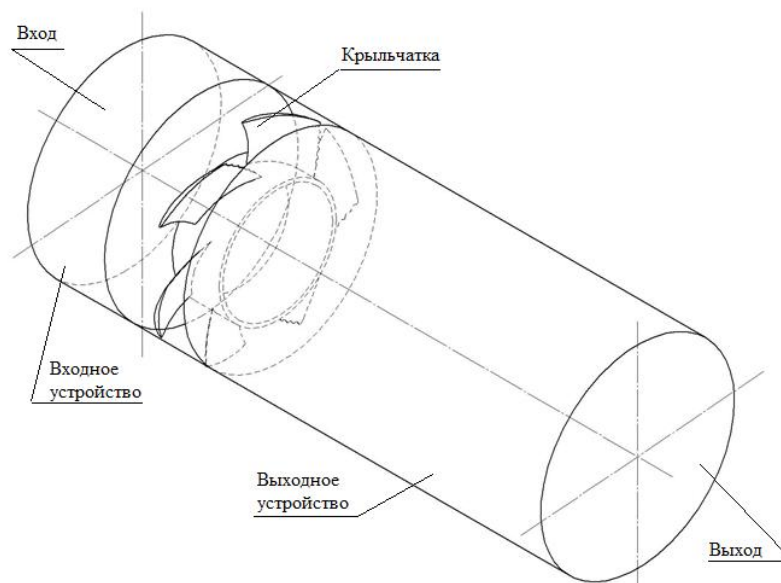


Рис. 2. Рабочие области, моделирующие воздушный канал

В работе сопоставляются распределённые и интегральные гидравлические характеристики исходной и модернизированной крыльчаток вентилятора. По результатам расчётов обнаружено, что при вращении исходной крыльчатки в канале с частотой 16 000 об/мин, повышение давления на выходе составляет $\Delta P = 1203$ Па, при вращении модернизированной крыльчатки – $\Delta P = 2464$ Па. При той же частоте вращения модернизированная крыльчатка на выходе создаёт поток скоростью $V = 37,29$ м/с, исходная – лишь 30,78 м/с. Данный факт позволяет обосновать полученные результаты расчёта, согласно которым модернизированная крыльчатка вентилятора в зависимости от частоты вращения вентилятора выдаёт больший на 10 .. 30% расход воздуха на выходе в канале.